

УДК 521.3:523.6

Исследование резонансных траекторий космического аппарата, позволяющих совершать облет Венеры и астероидов с последующим возвратом к планете

Зубко Владислав Александрович^(*)

v.zubko@cosmos.ru

Эйсмонт Натан Андреевич

neismont.cosmos.ru

Федяев Константин Сергеевич

fedyaev.cosmos.ru

ИКИ РАН, Москва, Россия

Аннотация. Проведено исследование траекторий полета космического аппарата к Венере с попутным пролетом астероидов. Исследуются схемы перелета КА, включающие гравитационный маневр у Венеры для расширения возможностей посадки КА на поверхность планеты. Показано, что при использовании схем перелета, включающих гравитационный маневр, требуемый для доставки посадочного аппарата в заданный район на поверхности Венеры, возможен пролет хотя бы одного астероида без дополнительных затрат характерной скорости.

Ключевые слова: Венера, астероиды, исследование астероидов, гравитационные маневры, резонансные орбиты, облет астероидов

Введение. Исследования астероидов космическими аппаратами (КА) являются важным элементом развития научного познания состава и строения Солнечной системы. При этом большая часть такого рода исследований осуществлялась с пролетной траектории, т. е. во время тесного сближения астероида и КА в их гелиоцентрическом движении.

С другой стороны, существует значительный интерес к исследованию Венеры. В настоящее время разработка проектов, направленных на изучение внутренней структуры, поверхности и атмосферы планеты, осуществляется ведущими космическими агентствами различных стран.

В силу медленного вращения Венеры доступные для посадки районы ее поверхности существенно ограничены, поэтому был предложен метод [1, 2], позволяющий решить данную проблему.

В данной работе исследуются траектории движения КА, позволяющие совершать одновременный безымпulseный облет Венеры и астероида с последующим возвратом к ней.

Таким образом, актуальность данной работы состоит в поиске таких траекторий перелета КА от Земли к Венере, в рамках которых выполнялась бы цель доставки посадочного аппарата на ее поверхность в заданной точке и одновременно осуществлялся бы пролет малого небесного тела.

Материалы и методы; результаты. Построение траекторий с близким облетом астероидов происходит в два этапа. На первом этапе исследуются сближения астероидов, заранее отобранных из каталога JPL, с КА, и определяется минимальное расстояние сближения и соответствующий ему момент

времени. На втором этапе с помощью решения задачи Ламберта склеивается траектория Земля — Венера — астероид — Венера, оптимизируемая по критерию минимума суммарного импульса характеристической скорости. При этом отбираются только те траектории, для которых справедливы два критерия: (1) импульс, соединяющий участки Венера — астероид и астероид — Венера, близок к нулю; (2) суммарное время полета по этим участкамратно орбитальному периоду Венеры.

Заключение. В результате выполнения работы определены траектории перелета КА к Венере в пределах исследуемого интервала дат старта с 2029 по 2050 г., обеспечивающие безимпульсный пролет астероидов и повторный возврат к планете. Продемонстрировано, что существуют такие сценарии, при которых возможно обеспечить встречу с двумя астероидами при последовательных облетах планеты. Исследована возможность сближения с астероидами, находящимися в орбитальном резонансе с Венерой, таких объектов насчитывается около десяти. На примере облета астероида 2001 СК32 показано, что в случае облета таких тел возможно построение траекторий периодического сближения с небесным телом и планетой.

Список источников

- [1] Эйсмонт Н.А. и др. Резонансные орбиты в задаче расширения достижимых областей посадки на поверхности Венеры. *Письма в Астрономический журнал*, 2021, т. 47, № 5, с. 352–367.
- [2] Zubko V.A., Eismont N.A., Fedyaev K.S. et al. A method for constructing an interplanetary trajectory of a spacecraft to Venus using resonant orbits to ensure landing in the desired region. *Advances in Space Research*, 2023, vol. 72, pp. 161–179.